

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 721 461

21 N° d'enregistrement national :

94 07612

51 Int Cl^e : H 04 B 7/26, 14/04, H 04 L 5/00, H 04 J 13/00, 11/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.06.94.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 22.12.95 Bulletin 95/51.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM (Etablissement
autonome de Droit Public) — FR et TELEDIFFUSION
DE FRANCE (Société Anonyme) — FR.

72 Inventeur(s) : Michon Vincent, Le Floch Bernard,
Sueur Bertrand et Rivière Marc.

73 Titulaire(s) :

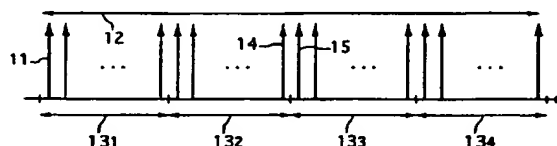
74 Mandataire : Cabinet Patrice Vidon Vidon Patrice.

54 Signal formé d'une pluralité de fréquences porteuses orthogonales organisé de façon à simplifier la réception d'un des signaux source le composant, procédé d'émission et récepteur correspondants.

57 L'invention concerne un signal destiné à être transmis vers une pluralité de récepteurs, du type comprenant au moins deux signaux source et constitué d'une pluralité de fréquences porteuses sensiblement orthogonales modulées indépendamment, réparties sur une bande de fréquence déterminée.

Selon l'invention, ladite bande de fréquence (12) est découpée en au moins deux sous-bandes de fréquence (13, à 13) comprenant chacune un jeu desdites fréquences porteuses sensiblement orthogonales (11), et on affecte à chacune desdites sous-bandes l'un desdits signaux source, de façon qu'un récepteur puisse extraire du signal transmis, par filtrage, au moins une desdites sous-bandes et effectuer un traitement de démodulation uniquement sur les fréquences porteuses contenues dans les sous-bandes extraites.

L'invention concerne également un procédé d'émission ainsi qu'un récepteur d'un tel signal.



BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

FR 2 721 461 - A1



Signal formé d'une pluralité de fréquences porteuses orthogonales organisé de façon à simplifier la réception d'un des signaux source le composant, procédé d'émission et récepteur correspondants.

Le domaine de l'invention est celui de la transmission de signaux mettant en oeuvre simultanément une pluralité de fréquences porteuses orthogonales (ou quasi-orthogonales) et codées chacune par des éléments de données distincts.

Ces signaux sont généralement appelés signaux OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex(multiplexage de fréquences orthogonales)). Un tel signal OFDM est par exemple utilisé dans le système de diffusion numérique décrit notamment dans le brevet français FR-86 096322 déposé le 2 juillet 1986 et dans le document "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers les mobiles" (M. Alard et R. Lassalle ; Revue de l'U.E.R, n° 224, août 1987, pp. 168-190), et connu sous le nom de système COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (multiplexage de fréquences orthogonales codées)).

Ce système COFDM a notamment été développé dans le cadre du projet européen DAB (Digital Audio Broadcasting (diffusion audionumérique)). Il est numérique. Plus généralement, il permet la transmission de tout type de signaux numériques ou analogiques (échantillonnés mais non nécessairement quantifiés).

La démodulation de ces signaux numériques à multiplex de fréquences nécessite l'utilisation de démodulateurs spécifiques. Un tel démodulateur est par exemple décrit dans le document de brevet FR-86 09622 précité.

On sait qu'un des éléments essentiels d'un récepteur de signaux multiporteuses est le circuit de démodulation, qui extrait du signal reçu (le multiplex de porteuses orthogonales) l'information brute portée par chaque porteuse prise séparément.

Classiquement, ce circuit réalise une transformation mathématique du signal, et par exemple une transformée de Fourier discrète (TFD). De nombreuses autres transformées peuvent être utilisées. Toutefois, par la suite, on désigne par simplification non limitative ce circuit sous les termes de circuit TFD.

La complexité d'un tel circuit est proportionnelle d'une part au nombre de fréquences transmises simultanément (dimension fréquentielle), et d'autre part à la durée

T_s , des symboles transmis (dimension temporelle). Ce circuit TFD est un élément complexe et donc coûteux. Il est donc crucial de simplifier ce circuit, notamment pour les récepteurs à bas coût.

Selon les techniques connues, on limite la dimension temporelle, en réduisant le temps symbole T_s et/ou l'intervalle de garde Δ inséré entre deux symboles consécutifs. Cela permet de limiter le nombre de données traitées par la TFD, au détriment bien sûr de la qualité du signal reçu. En effet, plus le temps symbole est long, plus l'effet de sélectivité du canal est réduit, et pour un intervalle de garde donné permettant de limiter l'Interférence Inter Symboles à une valeur préalablement choisie, le débit transmis augmente avec la longueur du temps-symbole.

En d'autres termes, le choix de la taille TFD est toujours un compromis entre la qualité du signal reçu et le coût de revient de cette TFD.

Il n'est pas possible d'agir, selon les techniques connues, sur la dimension fréquentielle. La TFD doit prendre en compte systématiquement l'ensemble des N porteuses formant le multiplex transmis, même si l'information recherchée par le récepteur est répartie sur seulement une partie des fréquences porteuses.

En effet, classiquement, un signal OFDM émis peut porter plusieurs signaux indépendants. Par exemple, dans le cas de signaux de télévision, on peut prévoir d'émettre quatre signaux distincts à 6 Mbit/s sur un signal OFDM occupant une bande de 8 MHz (avec une efficacité spectrale de 4 bit/s/Hz). Bien que l'on souhaite récupérer un seul signal source, il est nécessaire de prendre en compte toutes les porteuses en entrée de la TFD, ce qui induit des calculs complexes et partiellement inutiles.

Par ailleurs, il est avantageux, en général, d'utiliser le plus possible de fréquences porteuses, notamment pour augmenter la durée des symboles transmis, comme indiqué précédemment.

A nouveau, on se trouve confronté à un compromis entre le nombre de porteuses et la complexité du circuit de démodulation.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'état de la technique.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une technique

permettant de réduire les traitements à effectuer dans les récepteurs, sans perte de qualité du signal, c'est-à-dire, notamment, sans qu'il soit nécessaire de réduire le temps symbole.

Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle technique, n'induisant pas de contraintes trop lourdes au niveau de l'émission, et notamment ne nécessitant pas d'élargissement de la bande de fréquence utilisée.

L'invention a également pour objectif de fournir une telle technique, permettant de définir plusieurs niveaux de qualité de récepteurs.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention par un signal destiné à être transmis vers une pluralité de récepteurs, du type comprenant au moins deux signaux source et constitué d'une pluralité de fréquences porteuses sensiblement orthogonales modulées indépendamment, réparties sur une bande de fréquence déterminée,

signal dans lequel ladite bande de fréquence est découpée en au moins deux sous-bandes fréquentielles comprenant chacune un jeu desdites fréquences porteuses sensiblement orthogonales, et dans lequel on affecte à chacune desdites sous-bandes l'un desdits signaux source, de façon qu'un récepteur puisse extraire du signal transmis, par filtrage, au moins une desdites sous-bandes et effectuer un traitement de démodulation uniquement sur les fréquences porteuses contenues dans les sous-bandes extraites.

Par sous-bandes, on entend des sous-ensembles de porteuses non nécessairement disjoints (une porteuse peut appartenir à plusieurs sous-bandes), ni contigus (deux porteuses d'une sous-bande peuvent être séparés par une ou plusieurs porteuses n'appartenant pas à cette sous-bande). On peut également prévoir que certains signaux source soient "vides", c'est-à-dire associés à des porteuses non émises.

Ainsi, l'invention concerne une nouvelle structure de signal à multiplex de porteuses orthogonales permettant de limiter les traitements effectués dans les récepteurs.

Plus précisément, l'invention permet de décorréler le nombre Q de porteuses traitées dans le récepteur du nombre P ($Q < P$) de porteuses émises. Ainsi, on bénéficie à l'émission des avantages d'une "grande" TFD inverse (P points) et à la réception des avantages d'une "petite" TFD (Q points).

Il est à noter que cette structure de signal est sans rapport avec la technique classique consistant à émettre chaque signal source indépendamment, dans des bandes de fréquences distinctes et disjointes.

5 En effet, dans ce cas, il s'agit de signaux différents, émis par des émetteurs a priori différents. Cela peut induire des écarts de puissance très importants, et donc des perturbations, entre deux signaux. Au contraire, selon l'invention, un seul signal est synthétisé et transmis.

10 Par ailleurs, selon la technique connue, il est nécessaire de ménager une bande de fréquence très importante (de l'ordre de 1 MHz) entre deux signaux pour limiter les interférences (orthogonalité par supports fréquentiels disjointes). Au contraire, selon l'invention, les sous-bandes peuvent être jointives, du fait que le signal émis est synthétisé comme un tout, et que les porteuses sont orthogonales, même de sous-bande à sous-bande.

15 Cette structure de signal n'est pas évidente au vu des signaux OFDM connus. En effet, d'une part, elle va a priori à l'encontre de l'idée qu'il est préférable de répartir les données sur la bande de fréquence la plus large possible, pour bénéficier de la meilleure diversité en fréquence. D'autre part, elle ne peut pas être exploitée directement dans les récepteurs OFDM. Comme cela apparaîtra par la suite, il est en effet nécessaire de contrôler la transposition du signal reçu, pour centrer la (ou les) sous-bande (s) souhaitée(s).

20 Avantageusement, lesdites sous-bandes sont jointives.

De façon préférentielle, lesdites sous-bandes présentent des largeurs de bandes identiques. Cela permet de simplifier le traitement dans les récepteurs, et de conserver plus facilement au niveau de l'émission une bonne diversité en fréquence, dès lors qu'un

25 décodage adéquat, de préférence à maximum de vraisemblance, est mis en oeuvre indépendamment sur chaque sous-bande.

Optionnellement, l'affectation desdits signaux source aux dites sous-bandes peut être variable dans le temps, de façon à améliorer la diversité en fréquence.

30 Par exemple, ladite affectation peut être modifiée à chaque trame dudit signal. Une trame est un ensemble de un ou plusieurs symboles.

On peut notamment prévoir que l'émetteur réalise, à chaque nouvelle trame, une permutation de l'affectation. Ainsi on peut combattre les évanouissements sélectifs affectant chacune des sous-bandes par la diversité fréquentielle maximale permise par la bande occupée par l'ensemble de ces sous-bandes.

5 Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention au moins un premier desdits signaux source correspond à des informations de base d'un programme et au moins un second desdits signaux source correspond à des informations complémentaires desdites informations de base, de façon à définir au moins deux niveaux de qualité de récepteur :

- 10
- un premier niveau de qualité correspondant à des récepteurs capables de traiter uniquement la sous-bande correspondant audit premier signal source ; et
 - un second niveau de qualité correspondant à des récepteurs capables de
- 15
- traiter les sous-bandes correspondant auxdits premier et second signaux source.

Par programme, on entend un ou plusieurs signaux source (ou composantes) dont les sous-bandes sont préférentiellement jointives. Ainsi, un programme peut avoir plusieurs composantes et, réciproquement, une composante peut appartenir à plusieurs programmes.

20 Cela permet notamment de définir plusieurs niveaux de qualité de récepteurs. Par exemple, dans le cas de signaux de télévision, on peut prévoir une première sous-bande comprenant des informations permettant de restituer une image de qualité moyenne et une seconde sous-bande comprenant soit des informations complémentaires permettant, en coopération avec les informations de la première sous-bande, de restituer une image haute

25 définition, soit des informations permettant de reconstituer une seconde image.

On peut alors définir au moins trois types de récepteurs :

- un récepteur bas de gamme ne traitant que la première sous-bande ;
 - un récepteur moyenne gamme qui traite l'une quelconque des première et
- 30
- seconde sous-bandes (voisines dans l'espace des fréquences, de préférence) ;

- un récepteur haut de gamme, traitant tout le signal émis, et permettant soit la visualisation simultanée de plusieurs programmes, par exemple selon la technique d'insertion d'images ("picture in picture" en anglais), soit la restitution de l'image haute définition d'origine.

5 L'invention concerne également un procédé d'émission d'un signal tel que décrit ci-dessus et comprenant les étapes suivantes :

- affectation audit signal d'une bande de fréquence déterminée, dans laquelle est définie une pluralité de fréquences porteuses orthogonales ;
- découpage de ladite bande de fréquence en au moins deux sous-bandes de 10 fréquence, comprenant chacune un jeu desdites fréquences porteuses sensiblement orthogonales ;
- réception d'au moins deux signaux source autonomes à émettre ;
- affectation à chacun desdits signaux source d'une desdites sous-bandes de fréquence ;
- 15 - regroupement desdites sous-bandes, de façon à former ledit signal à émettre ; et ;
- émission dudit signal à émettre.

Avantageusement, lesdites sous-bandes sont jointives.

20 d'une étape de codage indépendant et d'entrelacement fréquentiel et temporel de chacun desdits signaux source, de façon à obtenir un jeu de signaux codés destinés à moduler chacun une desdites fréquences porteuses de la sous-bande affectée audit signal source.

L'invention concerne encore les récepteurs d'un tel signal. Avantageusement, ces récepteurs comprennent :

- 25 - des moyens de sélection d'un programme donné, correspondant à au moins une desdites sous-bandes ; et
- des moyens de transformation mathématique agissant sur les fréquences porteuses contenues dans la ou les sous-bandes sélectionnées.

30 Selon une caractéristique essentielle de l'invention, en effet, les moyens de sélection d'un programme donné permettent de réaliser une transposition du signal reçu

qui n'est pas une opération figée (contrairement aux techniques classiques). Au contraire, cette transposition subit un décalage fonction des sous-bandes souhaitées, avant l'application de la TFD. Bien-sûr, cette TFD ne porte que sur les sous-bandes extraites, ce qui réduit d'autant le traitement à effectuer.

5 Selon un premier mode de réalisation, de type analogique, lesdits moyens de sélection comprennent des moyens de transposition analogique comprenant un premier oscillateur de transposition RF et un second oscillateur de transposition FI, et des moyens de contrôle de la fréquence d'oscillation dudit premier et/ou dudit second oscillateur, en fonction de la ou des sous-bandes sélectionnées, de façon que celles-ci soient centrées sur
10 une fréquence prédéterminée.

 Selon un second mode de réalisation, de type numérique, lesdits moyens de sélection comprennent des premiers moyens de transposition analogique numérique et des seconds moyens de transposition numérique variables en fonction de la ou des sous-bandes sélectionnées, et des moyens de sous-échantillonnage.

15 Préférentiellement, lesdits moyens de transformation mathématique agissent sur un nombre de fréquences porteuses légèrement supérieur au nombre de fréquences porteuses contenues dans la ou les sous-bandes extraites, de façon à compenser l'imperfection due au filtrage d'extraction desdites sous-bandes. Par imperfection, on entend notamment les replis de spectres résiduels.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un exemple de signal selon l'invention, correspondant à 4 signaux de télévision indépendants de 6 Mbits/s chacun ;
- 25 - la figure 2 présente un schéma synoptique d'un émetteur construisant et émettant le signal illustré en figure 1 ;
- la figure 3 illustre le principe de la transposition en bande de base du signal selon l'invention ;
- la figure 4 est un exemple de démodulateur analogique selon l'invention ;
- 30 - la figure 5 est un exemple de démodulateur numérique selon l'invention.

Comme indiqué précédemment, l'invention concerne un signal formé d'une pluralité de fréquences orthogonales. Le mode de réalisation décrit par la suite correspond à la diffusion de quatre signaux de télévision, selon la technique COFDM déjà citée.

Il ne s'agit bien-sûr que d'un exemple : le nombre et la taille des sous-bandes, le type des signaux source et la technique d'émission mise en oeuvre peuvent varier.

Dans l'exemple de la figure 1, on considère donc un signal OFDM comprenant classiquement 8 192 porteuses 11 (dont 7 000 utiles), réparties sur une bande de fréquence 12 de 9 MHz. Avec un codage à un taux de 4 bit/s/Hz, il est alors possible de transmettre environ 24 Mbit/s.

Selon l'invention, la bande de fréquence 12 est découpée en 4 sous-bandes, ou blocs, 13₁ à 13₄, pouvant porter chacun 6 Mbit/s. Ces 6 Mbit/s peuvent correspondre chacun à un programme de télévision de qualité standard. Le nombre et la taille des blocs sont bien sûr purement indicatifs.

Chaque bloc 13_i porte des données correspondant à un signal indépendant ou autonome. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire, pour reconstituer ce signal, de récupérer d'autres fréquences porteuses que celles du bloc considéré. Toutefois, aucune séparation n'est nécessaire, par exemple entre les porteuses 14 et 15.

Il est à noter cependant qu'un signal autonome ne correspond pas forcément directement à un programme (de télévision, par exemple). Il peut également s'agir de signaux complémentaires d'amélioration de la qualité d'un signal de base, ou plus généralement, de tout signal constitutif d'un ensemble.

Dans le cas d'un signal COFDM, le signal émis en RF est formé d'une succession temporelle de symboles de durée $T_s = t_s + \Delta$ où t_s est la durée du symbole utile ($t_s = NT$) sur laquelle portera la démodulation et où Δ représente la durée de l'intervalle de garde.

Chaque symbole s'écrit alors :

$$x(t) = \sum_{i=0}^{B-1} x_i(t) = \sum_{i=0}^{B-1} \text{Re} \sum_{k \in K_i} C_k e^{2\pi j f_k t}$$

où $t \in [-\Delta, t_s]$

et $f_k = f_0 + k/t_s$

avec C_k = élément de l'alphabet - fini ou non - de modulation

f_0 = fréquence arbitraire

N = nombre total de porteuses synthétisées. Pour des raisons pratiques, N est souvent une puissance entière de 2 (par exemple $N = 8192$) supérieure au nombre P de porteuses effectivement modulées. Les $(N-P)$ porteuses supplémentaires (dites non émises) sont alors modulées par 0 ($C_k = 0$ pour $k \notin \xi$, ξ étant l'ensemble des porteuses utiles du signal.

ou encore

$$x(t) = \text{Re} \sum_{k=0}^{N-1} C_k e^{2\pi i f_k t}$$

où : B est le nombre de blocs,

K_i est l'ensemble des entiers $[k_i, k_{i+1}[$

avec $k_0 = 0$ et $k_{i+1} = k_i + Q_i$ (Q_i quelconque, nombre de porteuses dans le bloc B_i).

Par exemple, le signal peut être formé de 8 192 porteuses organisées en 6 blocs dont seulement 4 sont utiles :

- B_0 formé de porteuses $k_0 = 0$ à 595, porteuses non émises ;

- B_1 formé de porteuses $k_1 = 596$ à 2345, à porteuses allouées à un premier programme ;

- B_2 formé de porteuses $k_2 = 2346$ à 4095, à porteuses allouées à un deuxième programme ;

- B_3 formé de porteuses $k_3 = 4096$ à 5845, à porteuses allouées à un troisième programme ;

- B_4 formé de porteuses $k_4 = 5846$ à 7595, à porteuses allouées à un quatrième programme ;

- B_5 formé de porteuses $k_5 = 7596$ à 8191, non émises.

La figure 2 présente le synoptique général d'un émetteur capable de générer et émettre un signal selon l'invention.

Il comprend tout d'abord 4 chaînes 21_1 à 21_B parallèles indépendantes correspondant à B signaux source, et B blocs dans le signal pour cet exemple particulier.

Chaque signal source S_i (i variant de 0 à B-1) subit un codage de signal 22_i , s'il s'agit d'un signal numérique. Il peut s'agir par exemple du codage décrit dans le document Alard et Lassalle déjà cité. Si le signal est analogique, il est simplement échantillonné.

Ensuite, les données sont avantageusement entrelacées en fréquence et/ou en temps (23_i). Bien sûr, cet entrelacement est fait de façon stable, c'est-à-dire de façon que les données du signal S_i restent dans le bloc affecté à S_i .

Puis les données sont stockées dans des mémoires tampons 24_i permettant la réalisation du signal complet, formé d'une série de symboles C_k 26 par multiplexage fréquentiel 25 (c'est-à-dire lecture successive de chaque bloc dans les tampons 24_i).

A chaque trame, l'ordre de lecture des tampons peut changer (selon une séquence connue des récepteurs). Ainsi, il est possible de maintenir les qualités de diversité en fréquence d'un signal COFDM classique.

Les symboles C_k sont ensuite traités classiquement, par transformation de Fourier inverse (TFD⁻¹) 27, puis conversion numérique/analogique, transposition en RF et émission 28. Comme indiqué précédemment, un seul signal est émis. Il n'y a donc pas d'écart de puissance significatif entre deux blocs.

Du fait de la structure du signal, il est possible à la réception d'utiliser une transformation agissant sur un nombre moindre de points que la transformation inverse mise en oeuvre à l'émission.

Pour cela, la transposition en fréquence basse réalisée par les récepteurs est sensiblement différente de celle effectuée classiquement, ainsi que cela est illustré en figure 3, dans le cas d'une transposition analogique.

Le signal 31 est classiquement émis en radiofréquence (RF), par exemple à 950 Mhz. Il subit donc une première multiplication 32 par une fréquence F_{RF} , qui le ramène en fréquence intermédiaire (FI), par exemple à 38,9 MHz. Une seconde multiplication 34 par une fréquence f_{FI} ramène le signal en fréquence basse.

De façon classique, et pour un canal RF donné, les fréquences f_{RF} et f_{FI} sont

fixes. En revanche, selon un mode de réalisation analogique de l'invention, l'une d'elles doit être variable.

En effet, on ne souhaite traiter qu'un seul bloc de signal, par exemple le bloc 35.

5 On agit donc sur les fréquences de transposition pour que ce bloc 35 soit centré sur la fréquence nulle 36 après transposition (alors que généralement, c'est le signal complet qui est centré). Par exemple, si on agit sur f_{FI} , cette fréquence pourra être : $f_{FI} = 38,9 \pm f_i$, où f_i dépend du bloc sélectionné.

10 Après transposition, le bloc sélectionné est filtré (37). De façon à sélectionner toutes les données utiles, il est nécessaire d'utiliser un gabarit de filtrage englobant également des éléments inutiles (bande atténuée due à un filtrage nécessairement non idéalement rectangle) 38. En conséquence, on appliquera également une transformation 39 légèrement plus large.

15 Plus précisément, on utilise une fréquence d'échantillonnage 33 (par exemple 2,25 MHz) légèrement supérieure à la largeur du bloc (par exemple 1,92 MHz), de façon à provoquer un suréchantillonnage. En conséquence, la transformation 39 est définie de façon à englober la moitié de la bande atténuée 38. Ainsi, se produit un repliement de spectre 310 qui reste dans la zone de la bande atténuée, et ne pollue donc pas le signal utile. Par exemple, si le bloc 35 comprend 1750 points, la transformation 89 portera sur 2048 points.

20 La figure 4 illustre le cas d'un démodulateur analogique mettant en oeuvre cette technique.

25 Le signal reçu $x(t)$ est classiquement transposé de RF en FI, par le démodulateur 41, qui multiplie $x(t)$ par $\cos 2\pi f_{RF}t$, puis filtré par un filtre FOS 42 centré sur la fréquence FI, par exemple de l'ordre de 35 MHz. La fréquence f_{RF} est délivrée par un oscillateur RF 43 de fréquence ajustable du synthoniseur permettant la sélection du canal RF.

Ensuite, on effectue la seconde transposition, qui est variable en fonction du bloc sélectionné. Elle est assurée par un second oscillateur variable 44, ajustable dans la bande f_0, \dots, f_{B-1} de façon à ramener en bande de base le bloc voulu.

30 La démodulation se fait alors classiquement, pour obtenir après filtrage passe-bas

45_I, 45_Q et échantillonnage 46_I, 46_Q deux voies I_n et Q_n échantillonnées à la fréquence f_s (par exemple 2,25 MHz) qui alimentent un circuit TFD 47 ne portant que sur le nombre de points (ou légèrement plus) formant le bloc (par exemple 2048).

5 Dans le cas d'une transposition numérique, telle qu'illustrée par la figure 5, on n'agit pas sur les fréquences RF et FI. En revanche, on réalise un échantillonnage à une fréquence beaucoup plus élevée (8 fois plus vite, par exemple) qu'en analogique.

Ainsi, le signal est classiquement transposé (51), filtré (52), numérisé (53) à une fréquence f_s de l'ordre de 18MHz, puis à nouveau filtré (52').

10 La sélection d'un bloc se fait ensuite en multipliant 54 chaque échantillon par $e^{i\varphi(t)}$, où $\varphi(t)$ dépend du bloc voulu. Le signal obtenu est filtré par un filtre passe-bas 55, puis sous-échantillonné 56 d'un ordre 4, de façon à récupérer le signal voulu, qui alimente, après filtrage d'interpolation 57, 57', un circuit TFD 58.

REVENDICATIONS

1. Signal destiné à être transmis vers une pluralité de récepteurs, du type comprenant au moins deux signaux source et constitué d'une pluralité de fréquences porteuses sensiblement orthogonales modulées indépendamment, réparties sur une bande de fréquence déterminée,
- 5 caractérisé en ce que ladite bande de fréquence (12) est découpée en au moins deux sous-bandes de fréquence (13_1 à 13_4) comprenant chacune un jeu desdites fréquences porteuses sensiblement orthogonales (11), et en ce qu'on affecte à chacune desdites sous-bandes l'un desdits signaux source (S_i), de façon qu'un récepteur puisse extraire du
- 10 signal transmis, par filtrage, au moins une desdites sous-bandes et effectuer un traitement de démodulation uniquement sur les fréquences porteuses contenues dans les sous-bandes extraites.
2. Signal selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites sous-bandes (13_1 à 13_4) sont jointives.
- 15 3. Signal selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdites sous-bandes (13_1 à 13_4) présentent des largeurs de bandes identiques.
4. Signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'affectation desdits signaux source (S_i) auxdites sous-bandes (13_1 à 13_4) est variable dans le temps, de façon à maximiser la diversité en fréquence.
- 20 5. Signal selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite affectation est modifiée à chaque émission d'une trame dudit signal.
6. Signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins un premier desdits signaux source (S_i) correspond à des informations de base d'un programme et au moins un second desdits signaux source (S_i) correspond à des
- 25 informations complémentaires desdites informations de base, de façon à définir au moins deux niveaux de qualité de récepteur :
- un premier niveau de qualité correspondant à des récepteurs capables de traiter uniquement la sous-bande correspondant audit premier signal source ; et
 - 30 - un second niveau de qualité correspondant à des récepteurs capables de

traiter les sous-bandes correspondant auxdits premier et second signaux source.

7. Procédé d'émission d'un signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 5 - affectation audit signal d'une bande de fréquence déterminée (12), dans laquelle est définie une pluralité de fréquences porteuses sensiblement orthogonales (11) ;
- découpage de ladite bande de fréquence (12) en au moins deux sous-bandes de fréquence (13₁ à 13₄), comprenant chacune un jeu desdites
- 10 - fréquences porteuses sensiblement orthogonales ;
- réception d'au moins deux signaux source (S_i) à émettre ;
- affectation à chacun desdits signaux source d'une desdites sous-bandes de fréquence ;
- regroupement desdites sous-bandes, de façon à former ledit signal à
- 15 - émettre ; et
- émission dudit signal à émettre.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites sous-bandes (13₁ à 13₄) sont jointives.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que ladite étape de regroupement des sous-bandes est précédée d'une étape de codage indépendant (22_i) et d'entrelacement fréquentiel et temporel (23_i) de chacun desdits signaux source, de façon à obtenir un jeu de signaux codés destinés à moduler chacun une desdites fréquences porteuses de la sous-bande affectée audit signal source.

10. Récepteur d'un signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25 - des moyens de sélection d'un programme donné, correspondant à au moins une desdites sous-bandes (13₁ à 13₄) ; et
- des moyens de transformation mathématique (47 ; 58) agissant sur les fréquences porteuses contenues dans la ou les sous-bandes sélectionnées.

11. Récepteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de

sélection comprennent des moyens de transposition analogique comprenant un premier oscillateur de transposition RF (43) et un second oscillateur de transposition FI (44), et des moyens de contrôle de la fréquence d'oscillation dudit premier et/ou dudit second oscillateur, en fonction de la ou des sous-bandes sélectionnées, de façon que celles-ci soient centrées sur une fréquence prédéterminée.

5

12. Récepteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de sélection comprennent des premiers moyens de transposition analogique (51, 52) et des seconds moyens de transposition numérique (54) variables en fonction de la ou des sous-bandes sélectionnées, et des moyens de sous-échantillonnage (56).

10

13. Récepteur selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que lesdits moyens de transformation mathématique (47 ; 58) agissent sur un nombre de fréquences porteuses légèrement supérieur au nombre de fréquences porteuses contenues dans la ou les sous-bandes extraites, de façon à compenser l'imperfection due au filtrage d'extraction desdites sous-bandes.

1/2

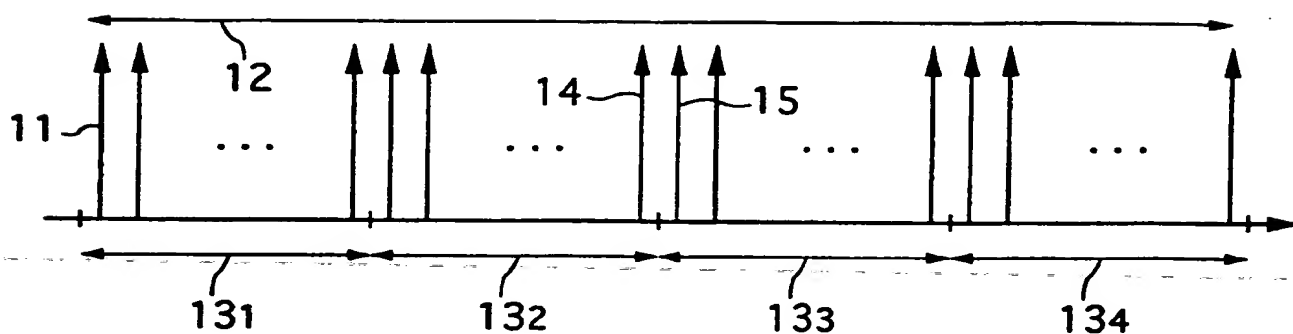


Fig. 1

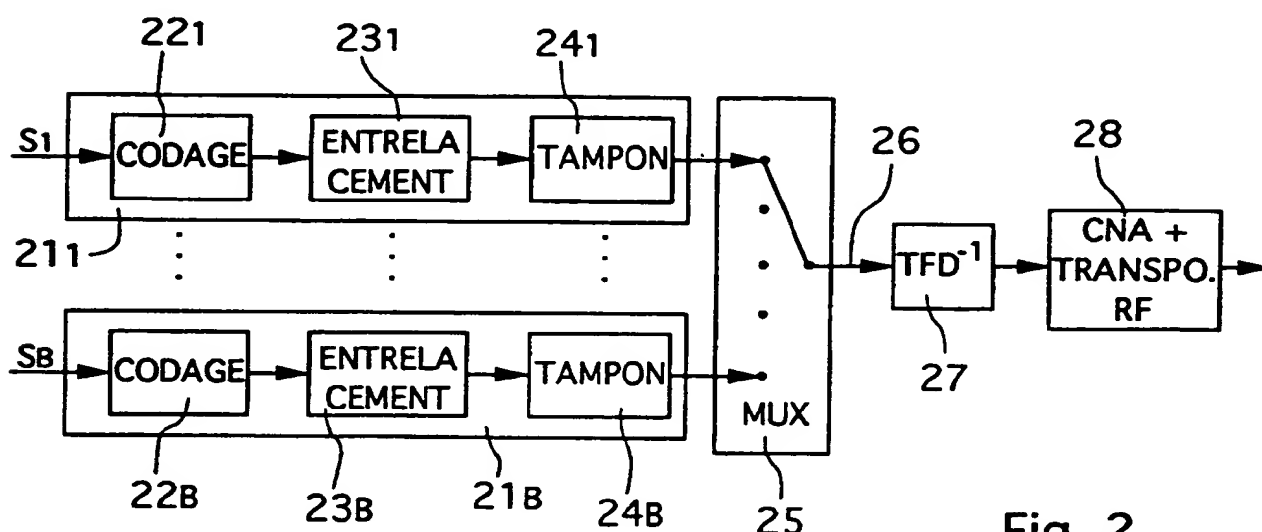


Fig. 2

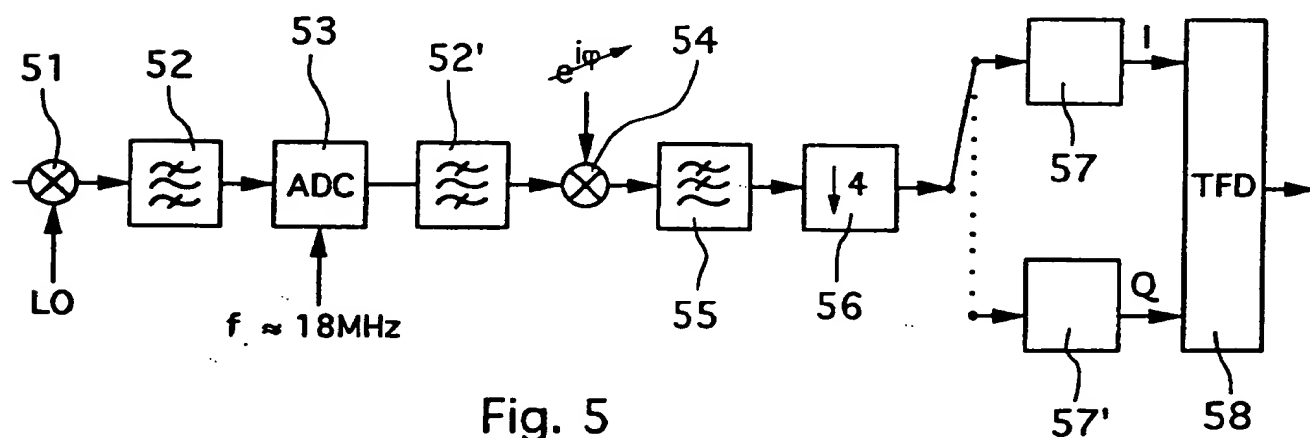


Fig. 5

2/2

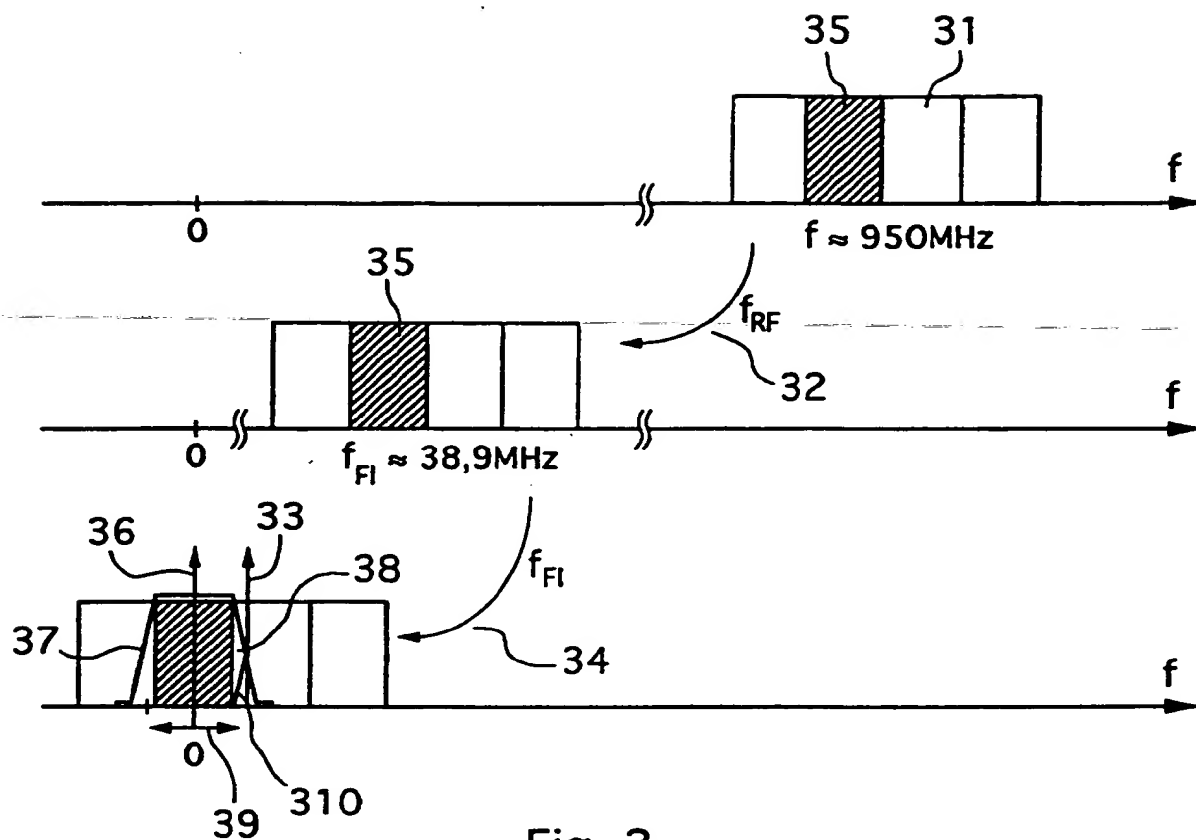


Fig. 3

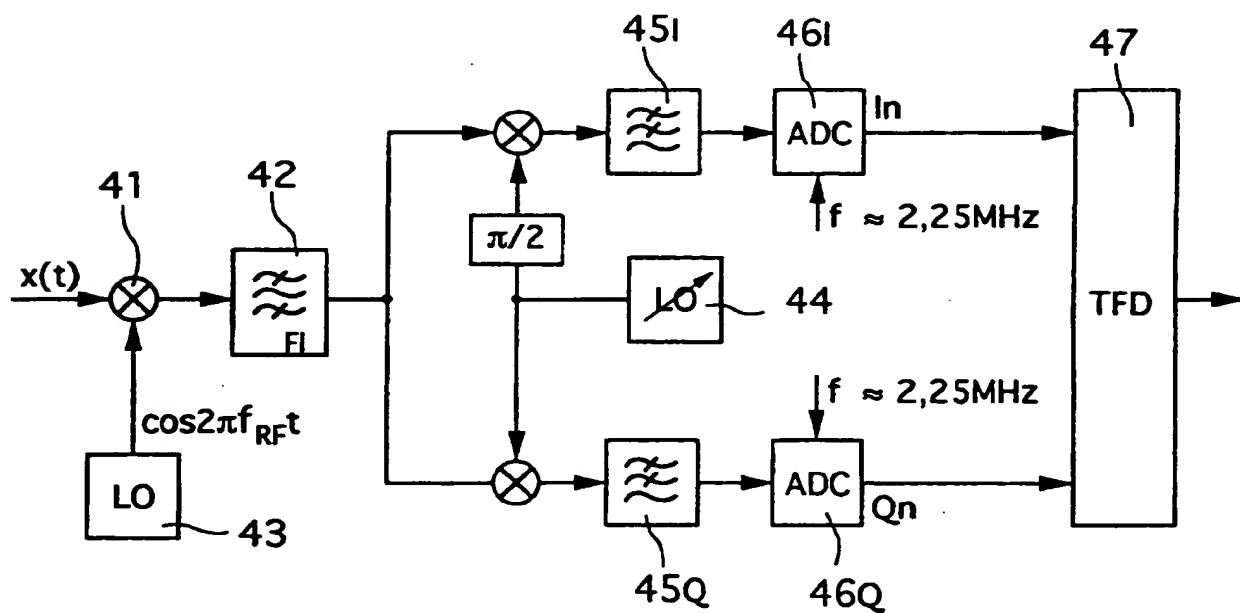


Fig. 4

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2721461

N° d'enregistrement
nationalFA 504058
FR 9407612

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, vol.45, no.10, Décembre 1966, NEW YORK US pages 1775 - 1796 CHANG 'Synthesis of band-limited orthogonal signals for multichannel data- transmission' * page 1794, alinéa 4 - page 1795, alinéa 1 *	1,7, 10-13
A	ALTA FREQUENZA, vol.LVII, no.10, Décembre 1988, MILANO IT pages 545 - 559 DEL RÉ & FANTACCI 'Digital multicarrier demodulator for regenerative communication satellites' * page 546, colonne de droite, alinéa 4 - page 547, colonne de gauche, alinéa 2 *	1
A	EP-A-0 589 709 (MATSUSHITA) * abrégé * * page 42, ligne 47 - page 43, ligne 25 * * page 45, ligne 32 - ligne 38 *	6,10
A	IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATINS 1993, 23 Mai 1993, GENEVA, CH pages 1785 - 1790 DE BOT ET AL. 'An example of a multi-resolution digital terrestrial TV modem' * abrégé; figures 5,6 *	6,10
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
2 Mars 1995		Scriven, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'ensemble d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1
EPO FORM 150 (03.93) (P04C1)

1/2

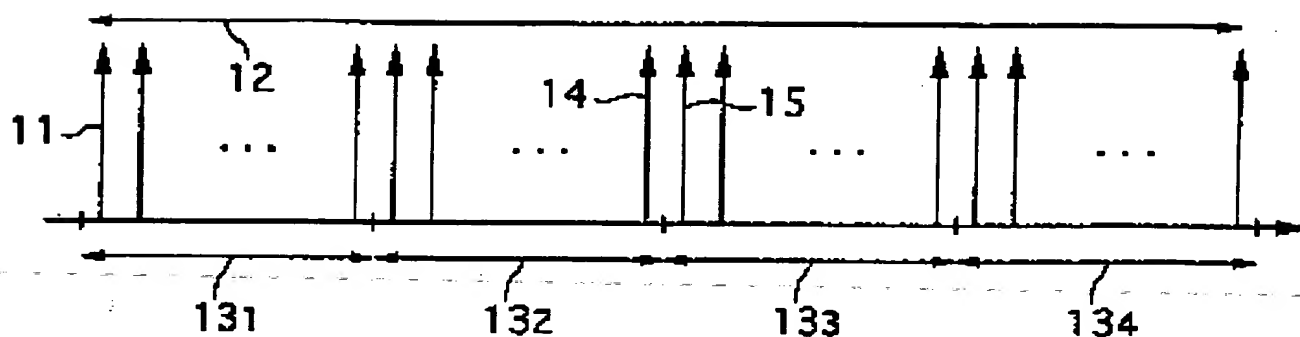


Fig. 1

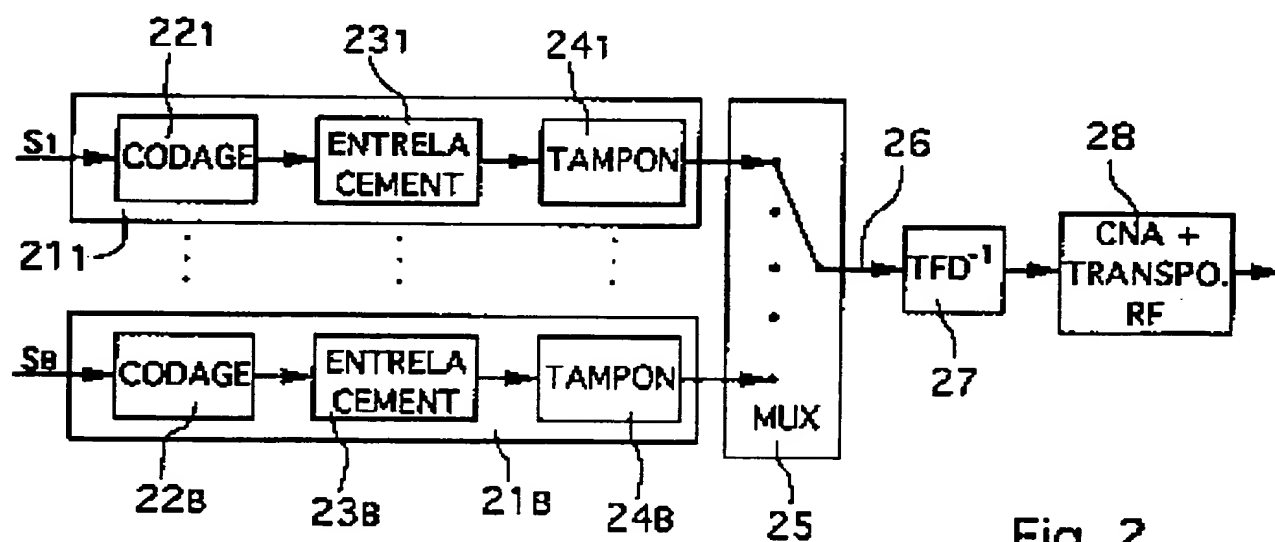


Fig. 2

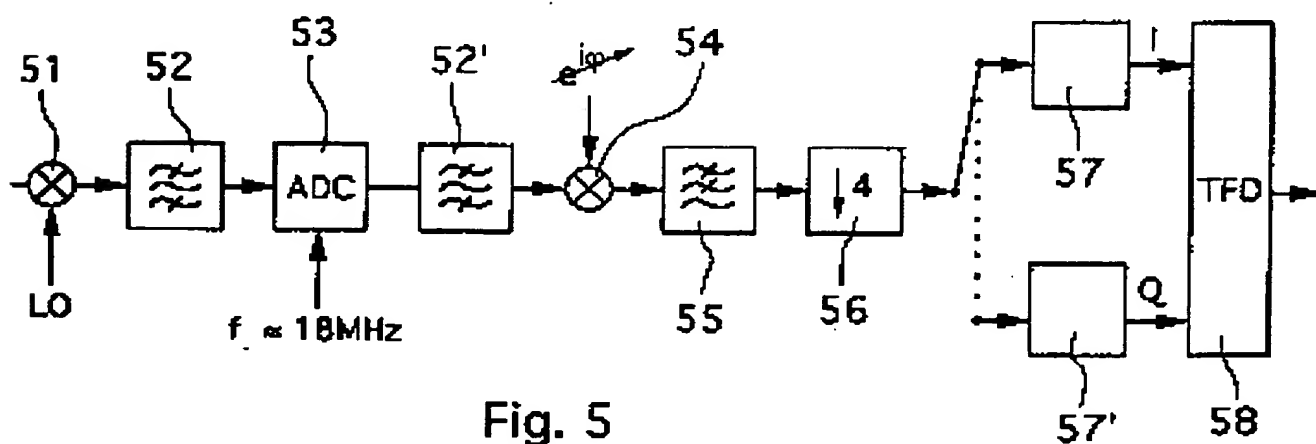


Fig. 5

2/2

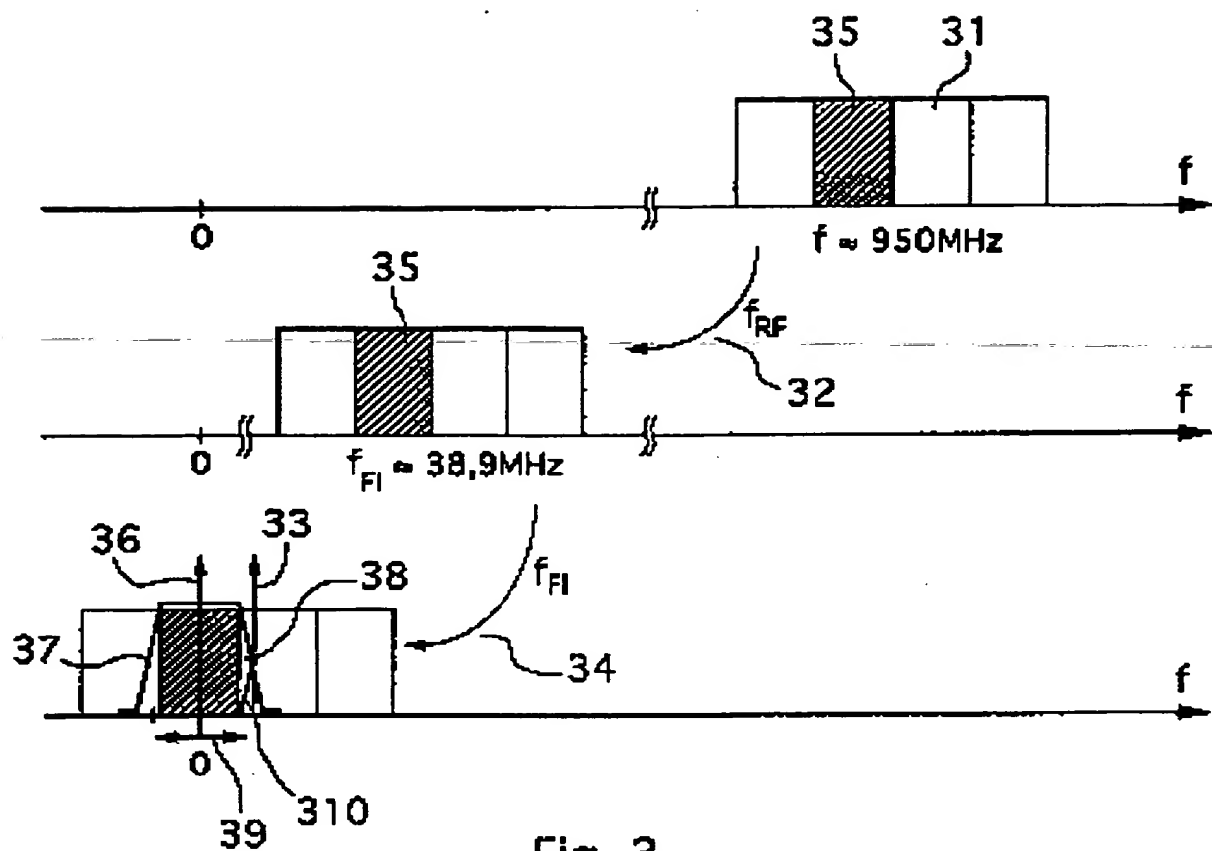


Fig. 3

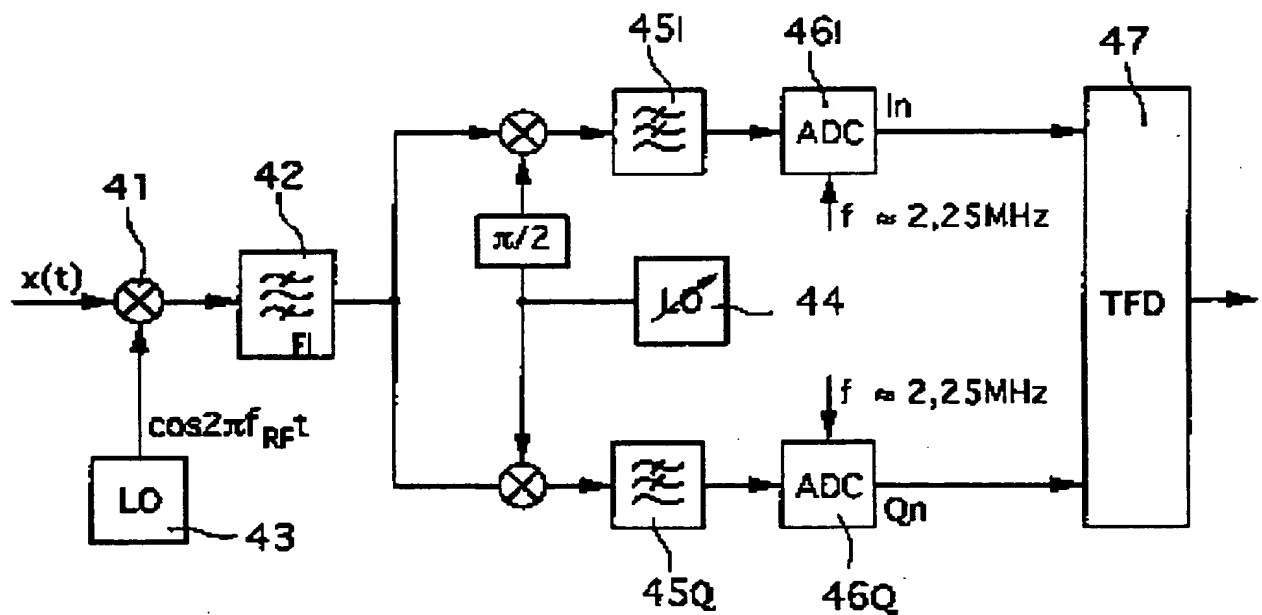


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.